تأثير كثافات الزراعة والمعاملة بالمخصب الحيوي EM1 في مؤشرات النمو المورفيزيولوجية لصنفين من الفول السوداني

رحاب حربا*[(1)] ومجد درويش[(1)] وسمير الأحمد[(2)] وياسر حماد[(3)]

(1). قسم المحاصيل الحقلية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، سورية

(2). مركز بحوث طرطوس، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، سورية.

(3). قسم التربة، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، سورية.

(*للمراسلة: رحاب حربا، البريد الالكتروني: rehabharba84@gmail.com، رقم الهاتف: 0955418108).

تاريخ الاستلام:2024/02/8 تاريخ القبول:2024/07/29

الملخص

نُفذ البحث خلال الموسم الزراعي 2022 في محطة زاهد لبحوث المياه والري– التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية في طرطوس، وذلك لدراسة تأثير الكثافة الزراعية (20×50 و30×50 سم) والرش بالمخصب الحيوي EM1 (شاهد بدون رش، 3 مل/ل، 6 مل/ل) في بعض مؤشرات النمو المورفيزيولوجية لصنفي الفول السوداني (جيزة 6 وسوري 2): كدليل المساحة الورقية LAI ومعدل نمو المحصول GCRومعدل النمو النسبي RGR والكفاءة التمثيلية للنبات NAR والمساحة النسبية للأوراق LAR وفترة بقاء الأوراق على كفاءتها LAD. تم استخدام تصميم القطع المنشقة من الدرجة الثانية، إذ شغلت الكثافة الزراعية القطع الرئيسية، والتسميد الحيوي القطع الفرعية والصنف القطع تحت الفرعية، كما ووزعت المعاملات عشوائياً في ثلاثة مكررات. أظهرت النتائج تفوق الصنف جيزة 6 على الصنف سوري 2 معنوياً في جميع المؤشرات المدروسة، كما تفوقت الكثافة الزراعية (30×50 سم) على الكثافة (20×50 سم) معنوياً في معدل النمو النسبي RGR (0.14 و0.11 غ/غ/يوم)، الكفاءة التمثيلية للنبات NAR (0.31 و0.22 كغ/م^2/أسبوع)، المساحة النسبية للأوراق LAR (0.47 و0.40 دسم^2/غ/يوم) وفترة بقاء الأوراق على كفاءتها LAD (45.56 و33.66 م^2/أسبوع)، بينما تفوقت الكثافة النباتية (20×50 سم) معنوياً في معدل نمو المحصول CGR (3.39 و2.29 غ/م^2/يوم) ودليل المساحة الورقية LAI (5.49 و4.21). وإنتاجية الهكتار من البذور. وبالنسبة لتأثير التسميد الحيوي في الصفات المدروسة، فقد تفوقت المعاملة بالتركيزين 3 و6 مل/ل معنوياً على الشاهد، هذا وكان للتركيز 6 مل/ل أهمية من حيث الزيادة الملموسة في قيم مؤشرات النمو كافة. وخلصت النتائج إلى أن زراعة الصنف جيزة 6 بكثافة قدرها 30×50 سم مع رشه بالسماد الحيوي EM1 بالتركيز 6 مل/ل أعطى أعلى قيمة لمعدل النمو النسبي، الكفاءة التمثيلية للنبات والمساحة النسبية للأوراق في حين أن زراعته بكثافة 20×50 سم قد أعطت تأثيراً ايجابياً معنوياً أكبر لمعدل نمو المحصول ودليل المساحة الورقية وإنتاجية الهكتار من البذور.

الكلمات المفتاحية: الفول السوداني، الكثافة النباتية، التسميد الحيوي، المؤشرات المورفيزيولوجية

المقدمة:

الفول السوداني *Arachis hypogaea* L. نبات بقولي عشبي حولي ذاتي التلقيح وأحد أهم المحاصيل الزيتية والذي يعود موطنه الأصلي لأمريكا الجنوبية (Adinya *et al*., 2010). وهو من المحاصيل الصيفية الرئيسية التي تُزرع من أجل الحصول على

البذور للاستهلاك المباشر أو للحصول على زيت أو بروتين عالي الجودة، لذلك تم تصنيفه عالمياً كثالث محصول زيتي بعد فول الصويا والقطن، أما باقي أجزاء النبات فيستفاد منها كعلف بقولي ممتاز للحيوانات (Shah *et al*., 2012). إنه وعلى الرغم من كثرة الأبحاث التي أشارت لأهمية محصول الفول السوداني سواءً في إنتاج البذور أم في إنتاج البروتين والزيت فإنه من الأفضل أن يلقى هذا المحصول اهتمام أكبر لتحديد أهم العوامل المؤثرة على نمو وإنتاجية هذا النبات ونوعية بذوره ومحتواها من الزيت والبروتين، إذ تُشير الدراسات السابقة أن النمو والإنتاجية، كماً ونوعاً، يتم التحكم بها بواسطة عوامل وراثية، إلا أنها تتأثر ايضاً وبشكل كبير بعوامل بيئية مختلفة كالحرارة وتوفر ماء الري وموعد الزراعة، وعوامل زراعية كالكثافة والتسميد واختيار الأصناف المدروسة، ومما لاشك فيه فأن تحسين نمو وغلة الفول السوداني يعتمد على التطبيقات الزراعية المتبعة ومن أهمها اختيار الأصناف الجيدة ومعرفة الكثافة النباتية المناسبة (Caliskcan *et al*., 2008).

وجد Larryوآخرون (2002)أن الكثافة النباتية المرغوبة نحصل عليها عندما يكون الغطاء النباتي له مساحة ورقية عظمى تكون قادرة على استقبال الطاقة الضوئية المنبعثة من أشعة الشمس في بداية المراحل المنتجة. وأشار Moddonni وآخرون (2001) إلى أنه يمكن تحسين امتصاص ضوء الشمس بتغيير الكثافة النباتية وايضاً بالمسافة بين خطوط الزراعة.

أشار Swetha وآخرون (2020) عند دراستهم على الفول السوداني في الهند إلى أن المسافة الزراعية (20x5 سم) والتي تحقق كثافة 100 نبات/م^2 سجلت ارتفاعاً معنوياً في دليل المساحة الورقية (8.06)، لتليها المسافة الزراعية (30x5 سم) وبلغ دليل المساحة عندها 6.30، بينما حققت المسافة الزراعية الكبيرة (30x10 سم) والكثافة النباتية المنخفضة أدنى قيمة لدليل المساحة الورقية 4.12، كما وتفوقت معنوياً على باقي المسافات الزراعية في قيمة معدل النمو المحصولي (GGR) الذي بلغت قيمته 52.53 غ/م^2/يوم.

وبين Bored وCarpenter (1997) في دراستهم على فول الصويا أن أعلى قيمة لمعدل نمو المحصول كان عند الكثافة الزراعية 5x20 سم بلغت 61.07 غ/م^2/يوم وأدنى قيمة كانت عند الكثافة الزراعية 30x10 سم (18.41 غ/م^2/يوم).

وجد Kathirvelan وKalaiselvan (2006) في دراستهما على الفول السوداني في الهند أن المسافات الزراعية الواسعة 45x15 سم أعطت ارتفاعاً معنوياً في قيم معدل النمو النسبي (49.45 ملغ/دسم^2/يوم) ومعدل نمو المحصول (0.674 غ/م^2/يوم)، بينما حققت المسافات الزراعية 30X10 سم تفوقاً معنوياً في دليل المساحة الورقية 7.59 وصافي معدل التمثيل الضوئي (0.320 مع/غ/يوم).

في الواقع، توصف المخصبات الحيوية بأنها مستحضرات تحتوي على منظمات نمو وكائنات دقيقة، تؤدي معاملة النباتات بها إلى تحفيز النمو وزيادة المحصول، كما يؤدي بعضها إلى زيادة قدرة النباتات على تحمل الظروف البيئية القاسية، حيث تُستعمل هذه المحفزات أما سقاية أو رشاً على النباتات أو بخلطها مع البذور عند الزراعة (حسن، 1998).

وجد مهنا (2016) أن رش الصنف البلدي للفول السوداني بالسماد الحيويEM1 أدى لزيادة معنوية في مساحة المسطح الورقي بالمقارنة مع الشاهد، فيما لم تُسجل أية فروق معنوية فيما بين معاملات الرش المدروسة (2، 4 و6 سم^3/ل).

وأدت الإضافة المشتركة للسماد الحيوي والعضوي في مراحل النمو المختلفة للفول السوداني (البادرة، الإزهار والنضج) الى زيادة ملحوظة في طول الجذور، المسطح الورقي والوزن الرطب والجاف للنبات وذلك مقارنةً مع الشاهد (Mahakavi *et al*., 2014).

تحتل السودان المرتبة الأولى عربياً من حيث المساحة المزروعة والإنتاج في حين تحتل مصر المركز الأول من حيث المردود من وحدة المساحة ثم القطر العربي السوري حيث أُدخلت زراعة الفول السوداني إلى سورية في ثلاثينيات القرن الماضي، وقد زُرع أولاً في مدينة بانياس الساحلية عام 1922م ومنها انتشرت زراعته في الساحل السوري ومناطق أخرى مثل حماه وحمص، حيث بلغت

المساحة المزروعة بالفول السوداني في سوريا عام2022حوالي 6494 هكتار. شغلت محافظة حماه المرتبة الأولى من حيث المساحة المزروعة بمساحة قدرت بحوالي4304 هكتار منها 3435هكتار في سهل الغاب، تليها محافظة طرطوس بالمرتبة الثانية بمساحة بلغت نحو 1277هكتار، بينما احتلت محافظة حمص المرتبة الثالثة بمساحة قدرت بحوالي 420هكتار (المجموعة الإحصائية الزراعية السورية،2020)

تعود أهمية البحث لكون الفول السوداني من المحاصيل الهامة اقتصادياً وغذائياً وعلفياً، وبالنظر لتراجع المساحة المزروعة ولانخفاض انتاجية وحدة المساحة، وبالتالي عزوف الكثير من المزارعين عن زراعته إلا بمساحات ضيقة ومحدودة ودون اعتماد طريقة أو كثافة محددة لكل صنف تبعاً لمواصفاته المورفولوجية وطبيعة تفرعه وانعكاسها سلباً على مؤشرات النمو المختلفة لذلك يهدف البحث إلى:

1- دراسة تأثير كثافتين نباتيتين والمعاملة بثلاثة تراكيز من السماد الحيوي EM1 على دلائل النمو المورفيزيولوجية لصنفين من الفول السوداني (جيزة 6 وسوري 2)، و2- تحديد الكثافة النباتية والتركيز الأمثل من السماد الحيوي والتي تعطي أفضل القيم لهذه الدلائل.

مواد البحث وطرائقه:

- **موقع تنفيذ البحث:** نُفذ البحث خلال الموسم الزراعي 2022 في محطة زاهد الغربية لبحوث المياه والري، التابعة لمركز البحوث العلمية الزراعية بطرطوس، والتي تقع في القسم الغربي من سهل عكار على خط عرض 34.42 شمالاً وطول 35.59 شرقاً، وتبعد عن شاطئ البحر الأبيض المتوسط مسافة 4.5 كم وترتفع حوالي 11 م عن مستوى سطح البحر. تقع هذه المحطة في منطقة الاستقرار الأولى التي يسودها المناخ المتوسطي الذي يمتاز بشتائه الماطر وصيفه الطويل الجاف.

- **تربة الموقع:** تمتاز تربة الموقع بكونها طينية داكنة غنية بمعدن المنتموريلونت وتصنف ضمن المجموعة (Vertisol)، إذ تتكمش عند جفافها وتنتفخ عند ترطيبها تحوي شقوق عميقة في فصل الصيف. تم أخذ 8 عينات من التربة من عمق (0-30) وإجراء بعض التحاليل عليها في مخبر تحليل الترب التابع لمحطة بيت كمونة- الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية. حيث أُجري التحليل الميكانيكي للتربة باستخدام طريقة الهيدروميتر، وتم تحديد القوام باستخدام مثلث القوام حسب التصنيف الأمريكي (USDA) (جدول1).

الجدول (1): التحليل الفيزيائي والكيميائي لتربة موقع الزراعة (سهل عكار- طرطوس)

pH	EC ds/m	الكلس الفعال %	المحتوى الكلي %		المحتوى (ملغ/كغ) تربة جافة		المحتوى الكلي %	تحليل ميكانيكي %		
			$CaCo_3$	O.M.	K_2O	P_2O_5	N	رمل	سلت	طين
7.57	1.18	أثار	أثار	1.34	109	6.12	0.071	22	22	**56**

نلاحظ من بيانات الجدول أن التربة طينية غير كلسية، مائلة إلى القلوية، فقيرة بالمادة العضوية والآزوت وذات محتوى منخفض من الفوسفور والبوتاسيوم.

- **المادة النباتية:** زُرعت بذور صنفين من الفول السوداني *Arachis hypogaea* L. تم الحصول عليها من الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بدمشق وهي:

- سوري 2: صنف نصف قائم، الورقة مركبة ريشية والوريقة بيضوية لونها أخضر، الزهرة لونها أصفر، حجم القرن صغير، ذو بذرتين صغيرتين ولا يوجد شعيرات على الساق والأوراق، نسبة الزيت 39.10 % والبروتين 18.56 % وزن ال100 بذرة 55 غ.

- جيزة 6: صنف نصف قائم، الورقة مركبة ريشية والوريقة بيضوية خضراء اللون، الزهرة لونها أصفر، حجم القرن كبير ذو بذرتين كبيرتين، ولا يوجد شعيرات على الساق والأوراق، نسبة الزيت 48.42 % وزن ال100 بذرة 90 غ.

- **المعاملات المدروسة:** تم تقييم أداء صنفين من الفول السوداني تحت تأثير المعاملات الزراعية الآتية:

– الكثافة الزراعية: تمت الزراعة بكثافتين نباتيتين:

الأولى: حوالي 10000 نبات/ دونم (20×50 سم) (المسافة بين النباتات 20 سم والمسافة بين الخطوط 50 سم) والثانية: حوالي 6666 نبات/دونم (30×50 سم) (المسافة بين النباتات 30 سم والمسافة بين الخطوط 50 سم).

– التسميد الحيوي: تمت المعاملة بالسماد الحيوي EM1بطريقة الرش الورقي (رش النباتات حتى البلل) بثلاث تراكيز (F1: شاهد بدون رش، F2: 3 مل/ل، F3: 6 مل/ل) خلال ثلاثة مراحل (مرحلة التفرع والإزهار وبداية تشكل القرون). واستُخدمت ثلاثة مكررات لكل معاملة، بذلك يكون عدد المعاملات: 2×2×3=12 معاملة، وعدد القطع التجريبية 12×3=36 قطعة تجريبية.

– **تصميم التجربة:** نُفذت التجربة باستخدام تصميم القطع العشوائية الكاملة (RCBD) وفق ترتيب القطع المنشقة مرتين للمعاملات، حيث احتلت الكثافة القطع الرئيسية ثم السماد الحيوي القطع الفرعية وأخيراً الأصناف القطع تحت الفرعية وفي ثلاثة مكررات. احتوت كل قطعة تجريبية على 4 خطوط المسافة بينها 50 سم، كانت أبعاد القطعة التجريبية (2×3 م) وبالتالي مساحتها 6 م^2، وتم إقامة ممرات للخدمة بين القطع والمكررات بعرض حوالي 70 سم في كل الاتجاهات ثم 1 م حول القطع التجريبية من كل الجوانب ويسمى نطاق التجربة. تم اختيار عدة نباتات محاطة (أي غير طرفية) بشكل عشوائي من الخطين الوسطين في كل قطعة تجريبية لأخذ القراءات وذلك لتلافي الخطأ التجريبي الناتج عن زيادة المساحة الغذائية للنباتات الواقعة في الخطوط الطرفية.

– **تحضير التربة للزراعة:** أُجريت العمليات الزراعية المختلفة من حراثة عميقة للتربة من أجل تفكيكها وتهويتها ثم حرثت حراثتين متعامدتين في بداية فصل الربيع لتفكيك الكدر الترابية وتنعيمها، ومن ثم قُسمت الأرض إلى قطع تجريبية وفق لتصميم التجربة المعتمد، وأضيفت الأسمدة الفوسفاتية والبوتاسية عند إعداد الأرض للزراعة في بداية فصل الربيع بمعدل 174 كغ/هـ P_2O_5، و120 كغ/هـ K_2O، أما الأسمدة الآزوتية فتم اضافتها بمعدل 130 كغ/هـ على شكل يوريا 46 % وذلك مناصفةً في موعدين: الأول في بداية مرحلة الإزهار، والثاني في مرحلة تشكل القرون. تمت الزراعة بتاريخ 2022/4/10 ونُفذت عمليات الخدمة الموصى بها لهذا المحصول كافة منذ الزراعة وحتى الحصاد.

– **الخصائص والصفات المدروسة:**

1– قدر معدل نمو المحصول Crop Growth Rate (CGR) غ/م^2/يوم بطريقة (Watson,1952) وفق المعادلة:

$$CGR=\frac{W2-W1}{t2-t1}$$

حيث W1, W2 وزن النبات الجاف (غ) في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب

t1, t2 عدد الأيام بين المرحلتين.

2–قدر معدل النمو النسبي Relative Growth Rate (RGR) غ/غ/يوم بطريقة (Radford, 1967) وفق المعادلة:

$$RGR=\frac{(LogeW2-Logew1)}{t2-t1}$$

حيث W1, W2 وزن النبات الجاف (غ) في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب

t1, t2 عدد الأيام بين المرحلتين.

3 –قدرت المساحة النسبية للأوراق Leaf Area Ratio (LAR) دسم^2/غ/يوم بطريقة (Hunt, 1937; Watson,1978) من المعادلة:

$$LAR=\frac{(L2-L1)(LogeW2-LogeW1)}{(W2-W1)(LogeL2-logeL1)}$$

حيث W1,W2 وزن النبات الجاف (غ) في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب

L1, L2 مساحة المسطح الورقي للنبات (م^2) في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب

4–قدرت الكفاءة التمثيلية للنبات Net Assimilation Rate (NAR) كغ/م^2/أسبوع عن (حسانين،1993) من المعادلة:

$$NAR=\frac{(W2-W1)(Loge2-Loge1)}{(L2-L1)(t2-t1)}$$

حيث W1,W2 وزن النبات الجاف (غ) في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب

L1, L2 مساحة المسطح الورقي للنبات (م^2) في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب.

t1, t2 عدد الأيام بين المرحلتين.

5–قدر دليل مساحة المسطح الورقي للنبات: Leaf Area Index (LAI) حسب (Radford,1967) من المعادلة:

$$LAI=\frac{L}{P}$$

حيث L مساحة المسطح الورقي (سم2)

P المساحة التي يشغلها النبات (سم2) و قدرت مساحة المسطح الورقي بطريقة الوزن عن(Abd-Elaziz.1989).

6–قدرت فترة بقاء الأوراق على كفاءتها Leaf Area Duration (LAD) بطريقة (Trokova,1970) من المعادلة:

$$LAD= (L1+L2)(t2-t1)$$

حيث L1, L2 مساحة المسطح الورقي للنبات (م^2) في بداية ونهاية فترة القياس على الترتيب.

t1, t2 عدد الأيام بين المرحلتين.

. قدرت هذه المؤشرات بعد فترات زمنية ثابتة بعد 65 يوم من الزراعة و86 يوم من الزراعة.

7– إنتاجية الهكتار من البذور الجافة (كغ/هـ): بعد استخلاص البذور من القرون الجافة لكل قطعة تجريبية، وزنت هذه البذور ثم حسبت الإنتاجية بوحدة المساحة (كغ/هـ).

– **التحليل الإحصائي** :حللت نتائج القراءات، والقياسات المأخوذة إحصائياً باستخدام برنامج Genstat 12، حيث تم حساب أقل فرق معنوي LSD عند مستوى 5 % للقراءات الحقلية، وذلك عندما يشير اختبار F إلى وجود فرق معنوي بين المعاملات.

النتائج والمناقشة

– تأثير الكثافة النباتية والتسميد الحيوي EM1 في معدل نمو المحصول CGRغ/م^2/يوم:

أولاً: تأثير الكثافة النباتية في معدل نمو المحصول

يُعد معدل نمو المحصول دليلاً هاماً للإنتاجية الزراعية، ويعبر عنه بوزن المادة الجافة المتراكمة للنبات في وحدة معينة من الزمن لكل وحدة من مساحة الأرض التي يشغلها النبات.

تُظهر نتائج الجدول (2) أن زيادة الكثافة النباتية من 6.6 نباتات/م^2 (30X50) إلى 10نباتات/م^2 (20X50) أدت إلى زيادة معنوية في معدل نمو المحصول CGR خلال الفترة الزمنية المحدد التي أخذت فيها هذه القراءة، حيث بلغ معدل نمو المحصول كمتوسط 2.39 غ/م^2/يوم عند الكثافة (20X50) بينما كان 2.29 غ/م^2/يوم عند الكثافة (30X50) وقدرت هذه الزيادة كنسبة مئوية حوالي 4.4 % عند الكثافة (20X50) مقارنة بالكثافة الأخرى.

يمكن تفسير ذلك بأنه في الكثافة النباتية العالية (20X50 سم) وبسبب زيادة عدد النباتات في وحدة المساحة يكون هناك تغطية أكبر لأرض التجربة وكفاءة أكثر في اعتراض الأشعة الضوئية، وبالتالي فإن نشاط عملية التمثيل الضوئي وادخار الكربوهيدرات يكون أفضل مقارنةً بالكثافة (30X50 سم) وذلك في الفترة التي أخذت فيها القراءات. تتفق هذه النتائج مع ما أشار أليه Swetha وآخرون (2020) عند دراستهم على الفول السوداني من زيادة معنوية في معدل نمو المحصول عند الكثافة النباتية (20x5 سم) مقارنة مع الكثافات (10x 20 و30x5 و30x10 سم).

ثانياً: تأثير التسميد الحيويEM1 في معدل نمو المحصول

تبين نتائج الجدول (2) وجود زيادة معنوية في معدل نمو المحصول عند الرش بالسماد الحيوي EM1 وذلك بالمقارنة مع الشاهد، وقد حققت المعاملة بالتركيز 6 مل/ل أعلى قيمة لمعدل نمو المحصول (2.77 غ/م^2/يوم) متفوقةً بذلك معنوياً على المعاملة بالتركيز 3 مل/ل والشاهد (2.35 و1.90 غ/م^2/يوم على التوالي).

يمكن أن يعود ذلك لأن تطبيق السماد الحيوي يحفز أداء النبات عبر زيادة معدل التمثيل الضوئي وادخار المادة الجافة بالتالي الحصول على أعلى معدل لنمو المحصول. يتفق ذلك مع نتائج Abed-elghany وآخرون (2022) والذين أشاروا في دراستهم التي أجروها في مصر إلى زيادة معنوية في معدل نمو المحصول عند معاملة صنف الفول السوداني جيزة 6 بالسماد الحيوي.

نلاحظ أيضاً تفوق الصنف جيزة 6 (2.69 غ/م^2/يوم) على الصنف سوري 2 (1.96 غ/م^2/يوم) في معدل نمو المحصول وذلك يعود لعوامل وراثية خاصة بالصنف من حيث طبيعة النمو وكفاءة اعتراض الأشعة الشمسية.

حققت الكثافة (20x50) ومعاملة الرش بالسماد الحيوي EM1 بتركيز 6 مل/ل للصنف جيزة 6 أعلى معدل لنمو المحصول (3.30 غ/م^2/يوم) بينما كانت أقل قيمة له عند زراعة الصنف سوري 2 بكثافة (30x50) بدون معاملة بالسماد الحيوي.

تأثير الكثافة النباتية والتسميد الحيوي EM1 في معدل النمو النسبي RGR غ/غ/يوم

أولاً: تأثير الكثافة النباتية في معدل النمو النسبي

يتأثر معدل النمو النسبي لنباتات المحاصيل الحقلية بالظروف البيئية المحيطة بالنباتات من إضاءة وتركيز CO2 ودرجة خصوبة التربة ورطوبتها، كذلك يتأثر بما قد يتدخل بها لإنسان من معاملات زراعية كالكثافة النباتية، يعبر عن معدل النمو النسبي للمحصول بالوزن الجاف المتراكم لهذا المحصول لكل وحدة من الوزن الأصلي خلال فترة زمنية معينة ويلاحظ من الجدول (2) أن زيادة الكثافة النباتية من6.6 نبات/م^2 في الكثافة (30X50) إلى 10نباتات/م^2 في الكثافة (20X50) أدت إلى انخفاض معنوي في معدل النمو النسبي الذي قدر ب0.14 عند الكثافة(30X50) بينما كان 0.11عند الكثافة (20X50).

يمكن تفسير زيادة قيمة معدل النمو النسبي بانخفاض الكثافة النباتية أنه بانخفاض عدد النباتات في وحدة المساحة أعطى لها نصيب أكبر من وسط النمو وبالتالي زيادة تراكم المادة الجافة على مستوى النبات الواحد والتي انعكست إيجابياً على معدل النمو النسبي. تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه عبد العزيز (2009) في دراسته على الفول العادي في سوريا.

ثانياً: تأثير التسميد الحيوي EM1 في معدل النمو النسبي

تشير بيانات الجدول (2) إلى أن معاملة النباتات بالسماد الحيوي EM1 أدت إلى زيادة معنوية في معدل النمو النسبي مقارنة مع نباتات الشاهد وقد حققت المعاملة بالتركيز 6مل/ل أعلى قيمة قدرت ب 0.15 غ /غ/يوم متفوقة بذلك على معاملة الرش بالتركيز 3مل/ل 0.13 غ/غ/يوم ومعاملة الشاهد0.12غ/غ/يوم.

إن زيادة معدل النمو النسبي للمحصول عند التسميد الحيوي ربما يعود إلى أن محتويات السماد الحيوي من عناصر غذائية تشجع نمو وتطور النبات بشكل أفضل مما يؤدي إلى زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي وزيادة ادخار المادة الجافة على مستوى النبات الواحد. نتائج مشابهة حصل عليها Singhوآخرون (2018). تفوق الصنف جيزة6 على الصنف سوري2 في معدل النمو النسبي حيث حقق0.14غ/غ/يوم وذلك ربما يعود لطبيعة نمو الصنف. حققت المعاملة كثافة(30x50) ورش السماد الحيوي EM1 بتركيز6مل/ل للصنف جيزة6 أعلى معدل لنمو المحصول (0.17) غ/غ/يوم بينما كانت أقل قيمة له عند زراعة الصنف سوري2 بكثافة (20x50) بدون معاملة بالسماد الحيوي (0.09) غ/غ/يوم.

الجدول(2): تأثير الكثافة النباتية والتسميد الحيوي EM1 في معدل نمو المحصول CGR (غ/م^2/يوم) و معدل النمو النسبي RGR غ/غ/يوم لصنفي الفول السوداني (جيزة 6 وسوري 2)

الصفة	معدل نمو المحصول CGR غ/م^2/يوم				معدل النمو النسبي RGR غ/غ/يوم				
صنف	جيزة6		سوري2		متوسط التسميد	جيزة6		سوري2		متوسط التسميد
كثافة تسميد	30x50	20x50	30x50	20x50		30x50	20x50	30x50	20x50	
شاهد	2.18^{def}	2.21^{de}	1.48^{h}	1.70^{g}	1.90^{c}	0.14^{bc}	0.11^{ef}	0.11^{efg}	0.09^{g}	0.11^{c}
3مل/ل	2.65^{c}	2.72^{c}	1.99^{f}	2.03^{ef}	2.35^{b}	0.15^{ab}	0.12^{de}	0.13^{cd}	0.10^{fg}	0.13^{b}
6مل/ل	3.09^{b}	3.30^{a}	2.32^{d}	2.34^{d}	2.77^{a}	0.17^{a}	0.15^{bc}	0.14^{bc}	0.11^{efg}	0.15^{a}
متوسط	2.64	2.74	1.93	2.02		0.15	0.13	0.13	0.10	
متوسط الصنف	2.69^{a}		1.96^{b}			0.14^{a}		0.11^{b}		
متوسط الكثافة	2.29^{b}		2.39 ^{a}			0.14^{a}		0.11^{b}		
LSD 5%	للكثافة		0.06			للكثافة		0.02		
	للتسميد		0.11			للتسميد		0.005		
	للصنف		0.08			للصنف		0.006		
	الكثافة*التسميد		0.16			الكثافة*التسميد		0.007		

	الكثافة*الصنف	0.11	الكثافة*الصنف	0.009
	التسميد*الصنف	0.14	التسميد*الصنف	0.01
	الكثافة*تسميد*صنف	0.19	الكثافة*تسميد*صنف	0.01

تشير الحروف المتماثلة إلى عدم وجود فروق معنوية والحروف غير المتماثلة إلى وجود فروق معنوية عند مستوى المعنوية 5%.

تأثير الكثافة النباتية والتسميد الحيوي EM1 في الكفاءة التمثيلية للنبات NAR كغ/م^2/أسبوع

أولاً: تأثير الكثافة النباتية في الكفاءة التمثيلية للنبات

تعد الكفاءة التمثيلية مقياساً للزيادة في الوزن الجاف للنبات، والتي هي محصلة للفرق بين التمثيل الضوئي والتنفس، بمعنى أنه كلما كانت كمية المادة الجافة في النبات جيدة خلال فترة زمنية محددة، كلما كانت الكفاءة التمثيلية للنبات عالية، لأن ناتج عملية البناء الضوئي أكبر من الكمية التي يستهلكها النبات في عملية التنفس.

يبين الجدول (3) زيادة قيمة الكفاءة التمثيلية للنبات بنقصان الكثافة النباتية فقد بلغت 0.31 كغ/م^2/أسبوع عند الكثافة (30X50) وقد تفوقت بشكل معنوي على الكثافة (20X50) حيث بلغت قيمة الكفاءة التمثيلية للنبات 0.29 كغ/م^2/أسبوع.

يعود السبب في ذلك أنه عند الكثافة المنخفضة تكون مساحة التغذية للنبات أكبر مما يدفعه للنمو و تشكيل الأوراق والأفرع الجانبية وبالتالي يستقبل كمية أكبر من الأشعة الشمسية مما يسهم في زيادة عملية التركيب الضوئي وهذا ينعكس بشكل إيجابي على ادخار المادة الجافة في النبات، وبالمقابل فإن زيادة الكثافة النباتية في وحدة المساحة يؤدي إلى تظليل الأفرع والنباتات لبعضها البعض وخاصة في الجزء السفلي والوسطي للنبات مما يؤدي إلى انخفاض الأشعة الضوئية الساقطة على النباتات فيؤدي ذلك إلى زيادة عملية التنفس على حساب التمثيل الضوئي وهذا ما ينعكس سلباً على الكفاءة التمثيلية للنبات .

تتوافق هذه النتائج معKathrevelan and Kalaiselvan (2006) في دراستهم التي أجروها في الهند على الفول السوداني حيث وجدوا زيادة الكفاءة التمثيلية للنبات بزيادة المسافة الزراعية من (30 x10) إلى (30x15). وتختلف مع عبد العزيز (2009) الذي أشار في بحثه على الفول العادي أن الكفاءة التمثيلة للنبات تنخفض بزيادة المساحة الزراعية.

ثانياً: تأثير التسميد الحيوي EM1 في الكفاءة التمثيلية للنبات

يوضح الجدول (3) و جود زيادة معنوية في معدل الكفاءة التمثيلية عند المستوى 5% نتيجة الرش بالسماد الحيوي مقارنة مع الشاهد إذ بلغت المتوسطات حوالي 0.30 ، 0.31 كغ/م^2/أسبوع على التوالي تراكيز الرش مقارنة مع الشاهد الذي أعطى أقل قيمة لمعدل الكفاءة التمثيلية 0.28 ، تُفسَر زيادة معدل الكفاءة التمثيلية عند الرش بالسماد الحيوي إلى أثره الغذائي و الفيزيولوجي حيث يزيد الفعاليات الحيوية في النبات وبالتالي يزيد معدل النمو للمجموع الخضري والجذري و يحسن الاستفادة من العناصر الغذائية كما أن السماد المتساقط على التربة يعمل على إتاحة العناصر الغذائية (تاج الدين و البركات، 2016) مما يساعد على نمو النبات و تطوره كل هذا يؤدي إلى زيادة تكون المادة الجافة في النبات وهذا يؤدي بدوره إلى زيادة معدل الكفاءة التمثيلية. أما بالنسبة للتفاعل بين المعاملات (الكثافة، التسميد، الصنف) كانت الفروقات معنوية فقد حقق التفاعل بين الكثافة (30X50) والصنف جيزة6 والتسميد بالتركيز 6مل /ل أعلى قيمة لمعدل الكفاءة التمثيلية 0.34 كغ/م^2/أسبوع بينما حقق التفاعل بين الكثافة (20X50) والصنف سوري2 والشاهد بدون رش أدنى قيمة 0.27 كغ/م^2/أسبوع.

تأثير الكثافة النباتية والتسميد الحيوي EM1 في المساحة النسبية للأوراق LAR دسم^2/غ/يوم

أولاً: تأثير الكثافة النباتية في المساحة النسبية للأوراق LAR

تعد المساحة النسبية للأوراق قيمة عددية تبين النسبة بين الأنسجة النباتية التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي وبين الأنسجة التي تقوم بعملية التنفس، تتأثر هذه النسبة بالظروف البيئية المحيطة من حرارة وضوء وعوامل متعلقة بعمر النبات ونوع المحصول. اذلك تقدر كنسبة لمساحة المسطح الورقي للنبات إلى الوزن الجاف البيولوجي للنبات.

يبن الجدول(3) زيادة المساحة النسبية للأوراق عند الكثافة الزراعية (30X50) فقد بلغت كمتوسط 0.47 دسم^2/غ/يوم بينما كانت 0.40 دسم^2/غ/يوم عند الكثافة (20x50) وقد حققت زيادة معنوية قدرت كنسبة مئوية حوالي 17.5% تُفسَر النتائج بأن الكثافة القليلة أتاحت ظروفاً أفضل لنمو وتطور النباتات من إضاءة ودرجة حرارة وحركة الهواء بين النباتات بالإضافة إلى رطوبة التربة و ما توفره الكثافة المنخفضة من مساحة تغذية أفضل هذا جعل النسبة بين الأنسجة التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي إلى الأنسجة التي تقوم بعملية التنفس عند هذه الكثافة أعلى منها عند الكثافة المرتفعة مما انعكس بشكل إيجابي على المساحة النسبية للأوراق.

تنسجم هذه النتائج مع بامعافا والحيدر (2021) في دراستهم التي أجروها في اليمن على الذرة الشامية وبينوا أن المساحة النسبية للأوراق تنخفض بزيادة الكثافة النباتية.

ثانياً: تأثير التسميد الحيويEM1 في المساحة النسبية للأوراق LAR

نلاحظ من الجدول (3) زيادة المساحة النسبية للأوراق عند الرش باستخدام السماد الحيوي وكذلك نجد زيادة معنوية بين تراكيز الرش المستعملة فقد تفوقت معاملة الرش بالتركيز 6مل/ل معنوياً على معاملة الرش بالتركيز 3مل/ل والشاهد فكانت قيمة المساحة النسبية للأوراق (0.64،0.44،0.42) دسم^2/غ/يوم على التوالي.

تعزى الزيادة في المساحة النسبية للأوراق بزيادة تركيز السماد الحيوي EM1 إلى الدور الفيزيولوجي للسماد في نمو النبات وزيادة تفرعه وعدد أوراقه وكذلك أثره في تأمين العناصر الغذائية للنبات مما ينعكس بشكل إيجابي على النمو المورفولوجي من ارتفاع للنبات وعدد أفرع وعدد أوراق وهذا يرتبط مباشرة في التأثير على المساحة النسبية للأوراق.

حقق الصنف جيزة6 تفوقاً معنويا 0.46 على الصنف سوري2 0.40 وذلك لأسباب وراثية تتعلق بالصنف من حيث طبيعة النمو وعدد أوراق وغيرها. تنسجم هذه النتائج مع Helalyوآخرون (2009) في دراستهم التي أجروها على البطاطا في مصر حيث لاحظوا زيادة المساحة النسبية للورقة عند التسميد الحيوي.

أما بالنسبة للتفاعل بين المعاملات (الكثافة، التسميد، الصنف) فقد كانت الفروقات غير معنوية وإنما ظاهرية فقط فقد حقق التفاعل بين الكثافة (30X50) والصنف جيزة6 والتسميد بالتركيز 6مل /ل أعلى قيمة لمساحة الورقة النسبية 0.50 بينما حقق التفاعل بين الكثافة (20X50) والصنف سوري2 والشاهد بدون رش أدنى قيمة 0.36 مما يدل على أن تأثير العوامل المدروسة على المساحة النسبية الورقية كان بشكل مستقل.

الجدول(3): تأثير الكثافة النباتية والتسميد الحيوي EM1 في الكفاءة التمثيلية للنباتNAR كغ/م^2/أسبوع و المساحة النسبية للأوراق LAR دسم^2/غ/يوم لصنفي الفول السوداني (جيزة 6 وسوري 2)

الصفة	الكفاءة التمثيلية للنبات NAR كغ/م^2/أسبوع				المساحة النسبية للأوراق LAR دسم^2/غ/يوم				
صنف	جيزة6		سوري2		متوسط التسميد	جيزة6		سوري2		متوسط التسميد
كثافة تسميد	30x50	20x50	30x50	20x50		30x50	20x50	30x50	20x50	
شاهد	0.29^c	0.27^d	0.28^d	0.26^e	0.28^c	0.48	0.40	0.41	0.36	0.42^c
3مل/ل	0.31^b	0.29^c	0.30^c	0.28^d	0.30^b	0.49	0.42	0.44	0.37	0.44^b
6مل/ل	0.34^a	0.31^b	0.31^b	0.29^c	0.31^a	0.50	0.48	0.46	0.38	0.46^a
متوسط	0.31	0.29	0.30	0.28		0.49	0.43	0.44	0.37	

متوسط الصنف	0.30^{a}	0.29^{b}	0.46^{a}	0.42^{b}
متوسط الكثافة	0.31^{a}	0.29^{b}	0.47^{a}	0.40^{b}
LSD 5%	للكثافة	0.02	للكثافة	0.05
	للتسميد	0.005	للتسميد	0.02
	للصنف	0.004	للصنف	0.02
	الكثافة*التسميد	0.007	الكثافة*التسميد	0.06
	الكثافة*الصنف	0.009	الكثافة*الصنف	ns
	التسميد*الصنف	0.01	التسميد*الصنف	ns
	الكثافة*تسميد*صنف	0.01	الكثافة*تسميد*صنف	ns

تشير الحروف المتماثلة إلى عدم وجود فروق معنوية والحروف غير المتماثلة إلى وجود فروق معنوية عند مستوى المعنوية 5%.

تأثير الكثافة النباتية والتسميد الحيوي EM1 في فترة بقاء الأوراق على كفاءتها LAD م^2/يوم

أولاً: تأثير الكثافة النباتية في فترة بقاء الأوراق على كفاءتها

تدل فترة بقاء الأوراق على كفاءتها على أهمية واستمرار السطح الورقي قائماً بوظيفته أثناء فترة نمو المحصول وكفاءة النباتات على اعتراض الأشعة الشمسية الساقطة عليها، والقدرة التمثيلية لنباتات المحصول خلال فترة زمنية معينة. وهي مؤشر فسيولوجي في غاية الأهمية ويتوقف ذلك على قدرة التربة على إمداد النبات بالعناصر الغذائية والرطوبة اللازمة لنموه وتطوره. ولكي تتحقق هذه الكفاءة يجب أن تصل الأشعة الضوئية إلى كافة الأوراق حتى الموجودة في أسفل النبات، وهنا يظهر دور الكثافة النباتية موضوع بحثنا.

تبين نتائج الجدول (4) انخفاضاً في بقاء الأوراق على كفاءتها في عملية التركيب الضوئي مع زيادة الكثافة النباتية من6.6 نبات/م^2 إلى 10نبات/م^2، وكان هذا الانخفاض معنوي عند مستوى المعنوية5%. فقد بلغت قيمةLAD 44.83 م^2/يوم عند الكثافة الزراعية (30X50) و34.40م^2/يوم عند الكثافة الزراعية (20X50)، وقدر هذا الانخفاض كنسبة مئوية 23.27%.

تفسر هذه النتائج أنه عند الكثافة العالية تتزاحم أوراق وأفرع النباتات مع بعضها البعض وتعمل على تغطية الجزء السفلي منها مما يجعلها أقل فرصة لاستقبال الأشعة الضوئية مما يسرع من شيخوختها واصفرارها، نتائج مشابهة حصل عليها عبد العزيز (2009) عند دراسته الفول العادي، بينما تخالف هذه النتائج ما توصل إليه Tang وآخرون (2017) في دراستهم على الذرة الرفيعة حيث وجدوا ارتفاع في قيمة (LAD) مع زيادة الكثافة النباتية.

ثانياً: تأثير التسميد الحيوي EM1 في فترة بقاء الأوراق على كفاءتها

نلاحظ من الجدول (4) زيادة معنوية في فترة بقاء الأوراق على كفاءتها عند التسميد بالسماد الحيوي EM1 وكذلك نجد فروقاً معنوية بين تراكيز الرش المستخدمة. فقد تفوق الرش باستخدام التركيز 6مل/ل على التركيز 3مل/ل والشاهد وبلغت قيمة متوسط فترة بقاء الأوراق على كفاءتها 44.65م^2/يوم، 40.28م^2/يوم ،33.92م^2/يوم على التوالي.

يمكن تفسير الزيادة في فترة بقاء الأوراق على كفاءتها بزيادة معدلات التسميد إلى دور السماد الفعال في نمو وتطور النباتات وتشكل المزيد من الأفرع والأوراق بالإضافة إلى دوره في انقسام الخلايا واستطالتها وكبر حجمها وبالتالي زيادة فعالية المسطح الورقي في استقطاب الأشعة الضوئية وبالتالي زيادة فعالية عملية التمثيل الضوئي في اعتراض الأشعة الضوئية، تنسجم هذه النتائج مع رأي Mondal و آخرون(2017) في دراستهم على محصول الخردل في الهند.

كذلك تفوق الصنف جيزة6 على الصنف سوري2 معنويا محققاً زيادة قدرها 30.32% وذلك لأسباب وراثية تتعلق بالصنف وطبيعة نموه وتفرعه وحجم الورقة.

أما بالنسبة للتفاعل بين المعاملات (الكثافة، التسميد، الصنف) فقد كانت الفروقات معنوية وحقق التفاعل بين الكثافة (30X50) والصنف جيزة6 والتسميد بالتركيز 6مل /ل أعلى قيمة لفترة بقاء الأوراق على كفاءتها LAD 56.29م^2/يوم بينما حقق التفاعل بين الكثافة (20X50) والصنف سوري2 والشاهد بدون رش أدنى قيمة 25.76م^2/يوم.

–تأثير الكثافة النباتية والتسميد الحيوي EM1 في دليل المساحة الورقية LAI

يعد دليل المساحة الورقية مقياساً يعكس كفاءة النباتات في تغطية مساحة معينة في سطح التربة التي بدورها تؤثر في كفاءة عملية التمثيل الضوئي وإنتاج المادة الجافة في النباتات والمحاصيل الزراعية. لذلك يجب أن يكون الكساء الخضري قادراً على اعتراض معظم الضوء الساقط عليه كي يحصل على أعلى إنتاج للمادة الجافة ويتحقق ذلك عن طريق بعض العمليات الزراعية مثل التسميد والكثافة الزراعية.

أولا: تأثير الكثافة الزراعية على دليل المساحة الورقية

نلاحظ من الجدول(4) وجود زيادة معنوية في دليل المساحة الورقية عند الزراعة بكثافة (50x20) حيث بلغت قيمته5.49 بينما انخفضت قيمته إلى4.21 عند الزراعة بكثافة (50x30) تعود الزيادة في قيمة دليل مساحة المسطح الورقي عند المسافة الضيقة(50x20) بسبب زيادة عدد النباتات في وحدة المساحة مما يؤدي إلى تغطية مساحة التجربة بشكل أكبر مقارنة مع الزراعة بمسافات واسعة(50x30) تتوافق هذه النتيجة مع حربا (2019) في دراستها على الحلبة و قاجو (2015) في دراستها على الفول السوداني وتختلف مع محمد وآخرون (2020) في دراستهم على الفول السوداني الذي أشار إلى زيادة دليل المساحة الورقية عند الزراعة بكثافة منخفضة.

ثانياً: تأثير التسميد الحيوي EM1على دليل المساحة الورقية

نلاحظ من الجدول (4) وجود زيادة معنوية في دليل المساحة الورقية عند الرش بالتسميد الحيوي حيث تفوق الرش بالتركيز 6 مل/ل على التركيز 3مل/ل والشاهد وبلغت الزيادة (4.30،4.83،5.43) على التوالي.

تعزى الزيادة في دليل مساحة المسطح الورقي عند الرش بالتسميد الحيوي بزيادة التراكيز المستخدمة كونه أدى إلى زيادة إيجابية وملحوظة في عدد الأوراق /النبات وعدد فروع النبات وبالتالي كان لابد أن يرافقه زيادة في مساحة المسطح الورقي والذي ينعكس بدوره على دليل مساحة المسطح الورقي، هذا الدور الإيجابي للتسميد الحيوي ناتج من خلال تدخله المباشر في العمليات الاستقلابية والوظيفية للنبات، مما يؤدي إلى زيادة في الانقسام الخلوي واستطالة الخلايا نتائج مشابهة توصل لها مهنا (2016) على نبات الفول السوداني.

تفوق الصنف جيزة6 على الصنف سوري2 بقيمة دليل المساحة الورقية وهذا ناتج عن طبيعة نمو الصنف جيزة6 والذي يتميز بارتفاع وعدد أفرع وعدد أوراق أكبر من الصنف سوري2.

أظهر التفاعل المشترك بين المعاملات المدروسة (كثافة وتسميد حيوي وصنف) أن دليل المسطح الورقي الأعلى بين المعاملات المدروسة سجل عند الصنف جيزة6 عند الكثافة الزراعية(50x20) باستخدام التركيز 6مل/ل من السماد

الجدول (4): تأثير الكثافة النباتية والتسميد الحيوي EM1 في فترة بقاء الأوراق على كفاءتها LAD م^2/يوم ودليل المساحة الورقية LAI لصنفي الفول السوداني (جيزة 6 وسوري 2)

الصفة	فترة بقاء الأوراق على كفاءتها LAD م^2/يوم					دليل المساحة الورقية LAI				
صنف	جيزة6		سوري2		متوسط التسميد	جيزة6		سوري2		متوسط التسميد
كثافة تسميد	30x50	20x50	30x50	20x50		30x50	20x50	30x50	20x50	

شاهد	45.67^{c}	32.44^{f}	31.87^{fg}	25.67^{h}	33.92^{c}	4.08^{ef}	5.48^{bc}	3.34^{f}	4.27^{def}	4.30^{c}
3مل/ل	52.75^{b}	37.74^{e}	41.11^{d}	29.51^{g}	40.28^{b}	4.43^{de}	6.14^{ab}	3.89^{ef}	4.84^{cde}	4.83^{b}
6مل/ل	56.29^{a}	44.06^{c}	45.69^{c}	32.53^{f}	44.65^{a}	5.11^{cd}	6.63^{a}	4.39^{de}	5.56^{bc}	5.43^{a}
متوسط	51.57	38.08	39.56	29.24		4.54	6.08	3.87	4.89	
متوسط الصنف	44.83^{a}			34.40^{b}			5.31^{a}		4.38^{b}	
متوسط الكثافة	45.56^{a}			33.66^{b}			4.21^{b}		5.49^{b}	
LSD 5%	للكثافة	2.19					للكثافة	0.94		
	للتسميد	1.13					للتسميد	0.6		
	للصنف	1.14					للصنف	0.5		
	الكثافة*التسميد	1.60					الكثافة*التسميد	1.12		
	الكثافة*الصنف	1.61					الكثافة*الصنف	0.82		
	التسميد*الصنف	ns					التسميد*الصنف	0.84		
	الكثافة*تسميد*صنف	2.78					الكثافة*تسميد*صنف	0.67		

تشير الحروف المتماثلة إلى عدم وجود فروق معنوية والحروف غير المتماثلة إلى وجود فروق معنوية عند مستوى المعنوية 5

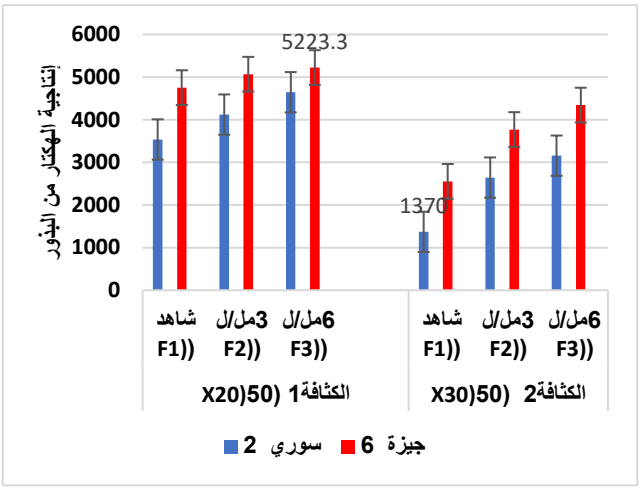
تأثير الكثافة النباتية والتسميد الحيوي في إنتاجية الهكتار من البذور(كغ/هـ)

تبين نتائج الشكل (2: آ) زيادة إنتاجية الهكتار من البذور بازدياد عدد النباتات في وحدة المساحة (50 X20) وكانت هذه الزيادة معنوية عند المستوى5%. قدرت إنتاجية الهكتار من البذور عند الكثافة (50X20) بحوالي4557.8 كغ/هـ بينما كانت عند الكثافة (50X30) 2973كغ/هـ. رغم أن الكثافة المرتفعة في وحدة المساحة تسبب زيادة في منافسة النباتات على الضوء والغذاء وبالتالي يؤثر سلباً على إنتاجية النبات الواحد من القرون وبالتالي البذور، بالمقابل فإن زيادة عدد النباتات في وحدة المساحة يعوض النقص الحاصل في إنتاجية النبات الواحد من البذور نتائج مشابهة توصل إليها محمد وآخرون (2020) في دراستهم لتأثير عدة كثافات زراعية على إنتاجية الفول السوداني.

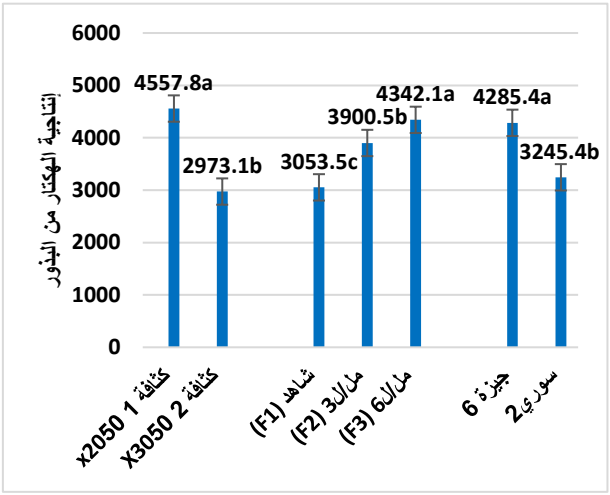
كما نلاحظ من الشكل زيادة إنتاجية الهكتار الواحد من البذور عند الرش بالسماد الحيوي وبزيادة تراكيز الرش المستخدمة من 3مل/ل إلى 6مل/ل حيث قدرت المتوسطات (3900.7 و4342.1 كغ/هـ) على التولي تراكيز الرش المستخدمة والتي تفوقت على الشاهد الذي أعطى أقل قيمة لإنتاجية الهكتار من البذور قدرت بحوالي 3053.5 كغ/هـ. يعود السبب في زيادة إنتاجية الهكتار من البذور عند زيادة تراكيز السماد الحيوي إلى الأثر الإيجابي للسماد الحيوي في تحسين النمو الخضري للنبات وبالتالي تحسين عملية التركيب الضوئي وزيادة المواد الكربوهيدراتية المتكونة في الأوراق مما ينعكس إيجابياً على نسبة التحويل الغذائي إلى البذور على مستوى النبات الواحد وبالتالي زيادة وزنها وهذا يؤدي حكماً إلى زيادة إنتاجية الهكتار الواحد من البذور.

يظهر الشكل تفوق الصنف جيزة6 على الصنف سوري 2 في إنتاجية الهكتار من البذور وذلك ربما يعود لأسباب وراثية تتعلق بالصنف حيث الصنف جيزة6يملك بذور كبيرة الحجم مقارنة ببذور الصنف سوري 2 الصغيرة الحجم وهذا أدى إلى زيادة دليل البذور جدول (4) والذي انعكس إيجابياً على إنتاجية الهكتار من البذور.

يبين الشكل (2: ب) أن أعلى قيمة لإنتاجية الهكتار من البذور كانت عند زراعة الصنف جيزة 6 بكثافة زراعية (50 X20) ورشه بالسماد الحيوي بتركيز6مل/ل حيث بلغت (5223.9 كغ/هـ)، في حين كانت أقل قيمة عند زراعة الصنف سوري2 بكثافة زراعية(50X30) مع عدم الرش بالسماد الحيوي وبلغت 1370كغ/هـ



(ب)



(آ)

الشكل(1): تأثير الكثافة النباتية والتسميد الحيوي EM1 في إنتاجية الهكتار من البذور(كغ) لصنفي الفول السوداني (جيزة 6 وسوري 2)

تشير الحروف المتماثلة إلى عدم وجود فروق معنوية والحروف غير المتماثلة إلى وجود فروق معنوية عند مستوى المعنوية 5%.

الاستنتاجات والتوصيات

1- سببت زيادة الكثافة النباتية انخفاضاً ملموساً في معدل النمو النسبي والكفاءة التمثيلية للنبات والمساحة النسبية للأوراق وفترة بقاء الأوراق على كفاءتها.

2- أدت زيادة الكثافة النباتية في وحدة المساحة إلى ارتفاع دليل المساحة الورقية ومعدل نمو المحصول.

3- أدى الرش بالسماد الحيوي EM1 إلى زيادة معنوية في جميع مؤشرات النمو وحقق الرش بالتركيز 6 مل/ل أفضل القيم لجميع المؤشرات المدروسة.

4- تفوق الصنف جيزة 6 على الصنف سوري 2 في جميع مؤشرات النمو المدروسة.

وهكذا، يُنصح بزراعة الصنف جيزة 6 بكثافة نباتية (30X50 سم) ورشه بالسماد الحيوي EM1 وبمعدل 6 مل/ل وذلك في ظروف التجربة والظروف المشابهة لها.

المراجع

بامعافا، ماجد سعيد وحامد جعفر الحيدر (2021). تأثير الكثافة النباتية في الصفات الفسيولوجية والإنتاجية لنباتات الذرة الشامية. مجلة العلوم الحديثة والتراثية. 9 (1): 5 –14.

تاج الدين، منذر ماجد وكاظم حنون البركات (2016). تأثير التسميد الحيوي والرش الورقي والإضافة الأرضية لحامضي الهيوميك والفولفيك في جاهزية N و Pو K في التربة. مجلة المثنى للعلوم الزراعية.2(4): 56 - 62.

حربا، رحاب (2019). تأثير عدد النباتات بالجورة والرش بحمض الهيوميك على نمو وإنتاجية الحلبة المزروعة في بساتين الحمضيات. أطروحة ماجستير، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة تشرين سوريا،128صفحة.

حسانين، عبد الحميد محمد (1993). فيزيولوجيا المحاصيل الحقلية. كلية الزراعة، جامعة الأزهر، مصر، اصدار المكتبة الأكاديمية ،311 صفحة.

حسن، أحمد عبد المنعم (1998). الأساس الفيزيولوجي للتحسين الوراثي. جامعة القاهرة، كلية الزراعة، المكتبة الأكاديمية، 250، صفحة.

عبد العزيز، محمد (2009). تحليل النمو في الفول العادي تحت تأثير الكثافة النباتية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية،13(3):9-22.

قاجو، أولا (2015). تأثير بعض المعاملات الزراعية في إنتاجية ونوعية مجموعة من الأصناف المزروعة للفول السوداني المختلفة وراثياً. أطروحة دكتوراه، قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة تشرين سوريا.

محمد، يوسف وربيع زينة ومحمد زليخة (2020). أثير الكثافة النباتية عمى بعض الصفات الإنتاجية لصنفي الفول السوداني سوري (1) وسوري (2) في الساحل السوري. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية. سلسلة العلوم البيولوجية، 62 (2).36-48.

مهنا ،أحمد (2016). تأثير معدلات ومواعيد رش السماد الحيوي في نمو وانتاجية الفول السوداني في ظروف طرطوس. مجلة جامعة البعث. 83 (38):33-59.

Adinya, IB.; E. Enun; and J. Ljoma (2010). exploring profitability potentials in groundnut production through agroforestry practices: a case study in Nigeria. Journal of Animal and Plant Sciences. 20 (2): 123-131.

Abd El AZIZ, M (1989). Effect of several rates mineral fertilizer and plant density on yield and fiber quality of cotton double cropping types. Thesis Ph.D. Tashkent. Agric. Inst, 155.

Abdelghany, M. ; A. El-Banna; A. Salama; M. Ali; A. Al-Huqail; M. Ali; L. Sas Paszt; A. El-Sorady and F. Lamlom (2022). The Individual and Combined Effect of Nanoparticles and Biofertilizers on Growth, Yield, and Biochemical Attributes of Peanuts (Arachis hypogea L.) Agronomy journal, 12, 398.

Beadle, L. C (1989). Techniques in bioprodutivity and photosynthesis. Pergamon. Press. Oxford, New York. Toranto. 59

Caliskan, S.; M. Caliskan and M. Arslan (2008) Genotypic difference for reproductive growth, yield, and yield components in groundnut (Arachis hybogae L.). Turkey agriculture journal. 32: 415-424.

Carpenter, A and J. Board (1997). Growth dynamic factors controlling soybean yield stability across plant populations. Crop Science. 37: 1520- 1526.

Helaly, M.; R. Fouda and E. Ramadan (2009). morphological and anatomical studies on potatoes as affected by bio-and mineral fertilizers. Agric. Sci. Mansoura Univ., 34(1):279 – 308.

Hunt, R (1978). Plant growth analysis. London: Edward Arnold 326pp.

Kathirvelan, P and P. Kalaiselvan (2006). Growth Characters, Physiological Parameters, Yield Attributes and Yield as Influenced by the Confectionery Groundnut Varieties and Plant Population. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 2(6): 287-291.

Larry, CP.; A. Rosalind; B. Reaper; and D. Eari (2002). radiation use efficacy and biomass production in soybean at deferent plant population densities. crop sciences.42:172-177

Maddonni, G.; M. Otegue; and A. Cirilo (2001). plant population density, row spacing and hybrid effect on maize canopy. Field Crops Research.71:183-183.

Mahakavi, T.; L. Baskaran; M. Rajesh; and K. Sankar Ganesh (2014). Efficient of biofertilizers on growth and yield characteristics of groundnut *Arachis Hypogaea* L. 2(4): 158-161.

Mondal, T.; J. Kumar Datta and N. Kumar Mondal (2017). Chemical fertilizer in conjunction with biofertilizer and vermicompost induced changes in morpho-physiological and bio-chemical traits of mustard crop. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences ,16(1): 135–144.

Pearce, R.; G. Carlson; E. Barnes; D. Host; R. Hanson (1969). Specific leaf weight an photosynthesis in alfafa. Crop Sci. 9: 423-426

Radford, P (1967) Growth analysis formulae their use and abuse. crops Sci. 39 (3) :181- 189.

Shah, H.; I. Khan; T. Azeem; A. Majid; and A. Mehmood (2012). The impact of gypsum application on groundnut yield in rainfed pothwar: an Economic Perspective. The Lahore Journal Of Economics.17(1): 83–100.

Singh, N.; E. Joshi; D.S. Sasode; R.S. Sikarwar; and G.S. Rawat (2018). Liquid Biofertilizer and Inorganic Nutrients Effect on Physiological, Quality Parameters and Productivity of Kharif Groundnut (Arachis hypogaea L.). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences .7 (9):729-735.

Swetha Sree, M.; P. Sudhakar; V. Uma Mahesh; T. Prathima; and T. Giridhara Krishna (2020). Physiological Responses of Variable Growth Habit Groundnut (Arachis hypogea L.) Genotypes at Different Planting Densities. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 9(06): 3717-3725.

Tang, C.; C. Sun; F .Du; F. Chen; and G. Xie (2017). Effect of Plant Density on Sweet and Biomass Sorghum Production on Semiarid Marginal Land. Sugar Tech, 20(3), 312–322.

Trokova, N. S (1970). Plant physiology. Pub. Mosscow Univ. Part. 6, 653pp.

Watson, D. J (1937). The estimation of leaf area in field crops. J. of Agric. Sci. Cambridge 77:474-483.

Watson. D. J (1952). The physiological basis of variation in yield. Adv. Agron. 4: 101-145

The effect of planting densities and treatment with the biofertilizer EM1 on the morphophysiological growth indicators of two peanut varieties

Rehab Harba*(1), Majd Darwish(1) Samir al-Ahmad(2) Yasser Hammad(3)

(1). Department of Field Crops, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Syria.

(2). Scientific Agricultural Research, Tartous Research Center

(3). Department of soil, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Syria

Email: rehabharba84@gmail.com).

Received:8/02/2024 Accepted:29/07/2024

Abstract

The research was carried out during the 2022 growing season at Zahid Water and Irrigation Research Station - Scientific Agricultural Research Center in Tartous- in order to study the effect of agricultural density (20×50 and 30×50 cm) and spraying with the biofertilizer EM1 (control without spraying, 3 ml/L, 6 ml/l) in some growth indicators for the two peanut cultivars (Giza 6 and Soori 2): as an indicator: leaf area (LAI), crop growth rate (GCR), relative growth rate (RGR), net assimilation rate (NAR), leaf area ratio (LAR), and leaf area duration (LAD). using split split plot design , as the density occupied the main plots, biofertilization sub-plots, cultivar sub-sub plots ,the treatments were randomly distributed in three replications The results showed that Giza 6 variety was significantly superior to Soori 2 variety in all indicators studied, and the agricultural density (30 x 50 cm) was significantly superior to the density (20 x 50 cm) in the relative growth rate (RGR 0.14, 0.11) g/g/day, net assimilation rate (NAR) (0.22, 0.31) kg/m^2/week, leaf area ratio (LAR) (0.40, 0.47) dm^2/g/day, and leaf area duration (LAD) (33.66, 45.56) m^2/week, while plant density exceeded (20 x 50 cm) significantly affected the crop growth rate (CGR g/m^2/day) , the leaf area index (LAI) and seed productivity per hectare . As for the effect of biological fertilization on the studied traits, the treatments with concentrations of 3 and 6 ml/l were

significantly superior to the control. The concentration of 6 ml/l was important in terms of a significant increase in the values of all growth indicators. The results concluded that planting the Giza 6 variety at a density of 30 x 50 cm, spraying it with EM1 biofertilizer at a concentration of 6 ml/l, gave the highest value for the relative growth rate, net assimilation rate of the plant, and the leaf area ratio, while planting it at a density of 20 x 50 cm gave a positive effect. Significantly greater for crop growth rate and leaf area index and seed productivity per hectare.

Key words-: peanuts, plant density, biofertilization, morphological indicators